

**Integrierte Vermeidung und Verminderung der
Umweltverschmutzung (IVU)**

**Referenzdokument über die Besten Verfügbaren Techniken für
Schmieden und Gießereien**

Juli 2004

Zusammenfassung in deutscher Übersetzung*

* Diese Übersetzung ist noch nicht mit der Europäischen Kommission abgestimmt.

Umweltbundesamt
(German Federal Environmental Agency)
National Focal Point - IPPC
Wörlitzer Platz 1
D-06844 Dessau
Tel.: + 49 (0)340 2103-0
Fax: + 49 (0)340 2103-2236
E-Mail: nfp-ippc@uba.de (Subject: NFP-IPPC)

ZUSAMMENFASSUNG

Das BREF (Merkblatt für die besten verfügbaren Techniken – BVT) für Schmieden und Gießereien ist Teil des in Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 96/61/EG des Rates vorgesehenen Informationsaustauschs. Diese Zusammenfassung sollte in Verbindung mit dem Vorwort zum Merkblatt gelesen werden, in dem der Aufbau des Merkblatts, seine Zielsetzungen, seine Nutzung und die verwendeten juristischen Ausdrücke erklärt werden. Die Zusammenfassung enthält die wesentlichen Feststellungen, die wichtigsten BVT-Schlussfolgerungen und die dazugehörigen Emissions- bzw. Verbrauchswerte. Sie kann zwar allein gelesen werden, doch enthält sie als Zusammenfassung nicht sämtliche Aspekte. Im Prozess der BVT-Entscheidungsfindung ist die Zusammenfassung daher nicht als Ersatz für den vollen Wortlaut anzusehen.

Umfang dieses Merkblatts

Dieses Merkblatt dient dem Informationsaustausch über die in Anhang I Nummer 2.3 Buchstabe b, Nummer 2.4 und Nummer 2.5 Buchstabe b der IVVU-Richtlinie genannten industriellen Tätigkeiten, d. h.

„2.3. Anlagen zur Verarbeitung von Eisenmetallen durch:

- (b) Schmieden mit Hämmern, deren Schlagenergie 50 Kilojoule pro Hammer überschreitet, bei einer Wärmeleistung von über 20 MW

2.4. Eisenmetallgießereien mit einer Produktionskapazität von über 20 t pro Tag;

2.5. Anlagen

- (b) zum Schmelzen von Nichteisenmetallen einschließlich Legierungen, darunter auch zurückgewonnene Produkte (Raffination, Gießen etc.) mit einer Schmelzkapazität von mehr als 4 t pro Tag für Blei bzw. Cadmium oder 20 t pro Tag bei allen anderen Metallen.“

Nach einem Vergleich dieser Festlegungen mit den tatsächlichen Kapazitäten der Anlagen in Europa legte die Technische Arbeitsgruppe einen Arbeitsbereich fest, der Folgendes umfasst:

- Gießen von Eisenwerkstoffen wie Gusseisen mit Lamellengraphit, Temperguss und Gusseisen mit Kugelgraphit, Stahl
- Gießen von Nichteisenmetallen wie Aluminium, Magnesium, Kupfer, Zink, Blei und deren Legierungen.

Schmieden sind in das Merkblatt nicht aufgenommen worden, da keine europäischen Schmieden gemeldet wurden, die die in Anhang I Nummer 2.3 Buchstabe b genannten Bedingungen erfüllen. Daher werden in diesem Merkblatt lediglich Gießereiprozesse behandelt. Cadmium-, Titan- und Edelmetallgießereien sowie Glocken- und Kunstgussgießereien wurden aus Kapazitätsgründen ebenfalls ausgenommen. Strangguss (Bleche und Brammen) wurde bereits in den BVT-Merkblättern zur Eisen- und Stahlerzeugung und der Nichteisen-Metallindustrie behandelt und ist daher in diesem Merkblatt nicht berücksichtigt. Im Hinblick auf Nichteisenmetalle wird davon ausgegangen, dass der Prozess mit dem Schmelzen der Rohblöcke und des intern anfallenden Schrotts bzw. mit dem flüssigen Metall beginnt.

Aus verfahrenstechnischer Sicht werden in diesem Merkblatt die folgenden Gießereiprozesse behandelt:

- Herstellung von Modellen
- Rohstofflagerung und -umschlag
- Schmelzen und Metallbehandlung
- Form- und Kernherstellung sowie Formverfahren
- Gießen und Abkühlen
- Ausrütteln

- Fertigbearbeitung
- Wärmebehandlung

Die Gießereiindustrie

In Gießereien werden Eisen- und Nichteisenmetalle sowie Legierungen geschmolzen und durch das Gießen und die nachfolgende Erstarrung des geschmolzenen Metalls oder der geschmolzenen Legierung in einer Gießform zu Erzeugnissen umgeformt, die die endgültige bzw. eine endabmessungsnahe Form aufweisen. Die Gießereiindustrie ist ein vielgestaltiger Industriezweig mit einer breiten Spanne kleiner bis sehr großer Anlagen. Die Kombination der Technologien und die Arbeitsweise der Anlagen hängen dabei von der Einsatzmenge, der Seriengröße und dem jeweiligen Produkttyp ab. Der Aufbau innerhalb dieses Wirtschaftszweigs richtet sich nach der Art des eingesetzten Metalls, wobei im Wesentlichen zwischen Eisen- und Nichteisengießereien unterschieden wird. Da es sich bei Gussteilen überwiegend um Halbzeug handelt, sind Gießereien in der Nähe ihrer Kunden angesiedelt.

Die europäische Gießereiindustrie rangiert bei Eisengussteilen weltweit an dritter und bei Nichteisengussteilen an zweiter Stelle. Die Jahresproduktion beträgt in der erweiterten Europäischen Union 11,7 Mio. t an Eisengussteile und 2,8 Mio. t an Nichteisengussteilen. Deutschland, Frankreich und Italien sind die führenden drei europäischen Herstellerländer. Die Jahresproduktion jedes dieser Länder beträgt mehr als zwei Millionen Tonnen Gussteile. In den vergangenen Jahren hat Spanien Großbritannien von Platz vier verdrängt, beide Länder produzieren jeweils über eine Million Tonnen Gussteile. Insgesamt entfallen auf die führenden fünf Länder mehr als 80 % der europäischen Produktion. Zwar ist das Produktionsvolumen in den vergangenen Jahren relativ konstant geblieben, doch war ein Rückgang der Gesamtzahl der Gießereien (gegenwärtig etwa 3 000 Anlagen) zu verzeichnen, was sich auch in der Zahl der Beschäftigten (momentan insgesamt ca. 260 000 Arbeitnehmer) widerspiegelt. Eine Erklärung dafür ist in der fortschreitenden Modernisierung und Automatisierung der Gießereien zu finden. Nach wie vor ist die Gießereiindustrie in erster Linie mittelständisch geprägt. 80 % der Betriebe beschäftigen weniger als 250 Arbeitnehmer.

Die Hauptabnehmer, die vom Gießereigewerbe beliefert werden, sind die Automobilindustrie (Marktanteil 50 %), der allgemeine Maschinenbau (30 %) und das Baugewerbe (10 %). Die zunehmende Entwicklung im Kraftfahrzeugsektor hin zu leichteren Fahrzeugen macht sich im Wachstum des Marktes für Aluminium- und Magnesiumgussteile bemerkbar. Während Eisengussteile vornehmlich (d. h. >60 %) im Automobilsektor abgesetzt werden, sind das Baugewerbe, der Maschinenbau und die Ventilherstellung die Hauptabnehmer von Stahlgussteilen.

Der Gießereiprozess

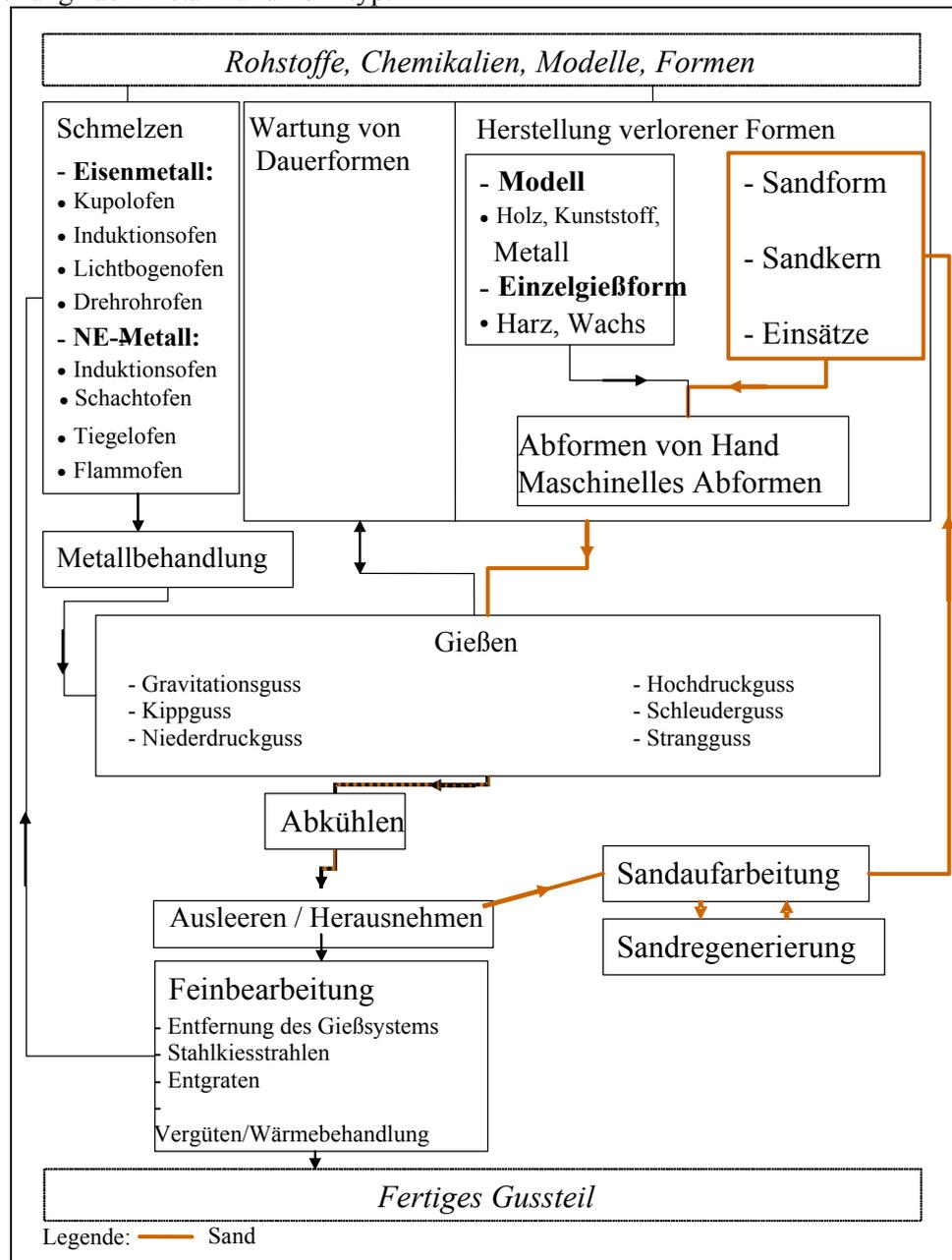
Die nachstehende Abbildung zeigt ein allgemeines Fließschema des Gießereiprozesses, der sich in folgende Haupttätigkeiten unterteilen lässt:

- Schmelzen und Metallbehandlung: Schmelzbetrieb
- Herstellung der Formen und Kerne: Formerei
- Gießen des flüssigen Metalls in die Form, Abkühlung, damit das Metall erstarrt und das Gussteil aus der Gießform herausgenommen werden kann: Gießerei
- Fertigbearbeitung des Rohgussteils: Putzerei.

In Abhängigkeit von der Art des Metalls, der Größe der Serie und dem Produkttyp sind verschiedene Prozesse möglich. Generell richtet sich die grundlegende Unterteilung des Sektors nach der Art des Metalls (Eisen bzw. Nichteisen) sowie der verwendeten Gießform (Einzelgießform oder Dauerform). Obwohl beliebige Kombinationen möglich sind, setzen Eisengießereien üblicherweise Einzelgießformen (d. h. Sandformen), Nichteisengießereien hingegen vorwiegend Dauerformen (d. h. den Kokillenguss) ein. Bei jeder einzelnen dieser

grundlegenden Prozessvarianten steht je nach Ofentyp, Art der Form- und Kernherstellung (Grünsand oder verschiedene chemische Bindemittel), Gießsystem und Fertigbearbeitungsmethode eine Vielzahl von Verfahren zur Verfügung. Sie alle haben in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht sowie unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes eigene Merkmale und Vor- und Nachteile.

Für die Kapitel 2, 3 und 4 dieses Merkblatts wurde ein dem Fertigungsfluss entsprechender Ansatz gewählt, um die verschiedenen Arbeitsgänge - von der Modellherstellung bis hin zur Fertigbearbeitung und Wärmebehandlung - zu beschreiben. Es werden die angewandten Verfahren erläutert, die Emissions- und Verbrauchsgrenzwerte aufgeführt und Verfahren zur Verringerung der Umweltbelastung erörtert. Die Gliederung von Kapitel 5 beruht auf der Unterteilung nach Metall- und Formtyp.



Gießereiprozess

Wichtige ökologische Fragen

Die Gießereiindustrie spielt beim Metallrecycling eine wichtige Rolle, wird hier doch Stahl-, Guss- und Aluminiumschrott zu neuen Produkten umgeschmolzen. Umweltbeeinträchtigungen durch Gießereien sind vor allem auf den thermischen Prozess und die Verwendung mineralischer Zusatzstoffe zurückzuführen, d. h. die Umwelt wird vor allem durch Abgase und die Wiederverwendung oder Entsorgung mineralischer Rückstände belastet.

Emissionen in die Luft stellen die größte ökologische Belastung dar. Beim Gießereiprozess entstehen (metallhaltige) Mineralstäube, Säure bildende Verbindungen, Produkte unvollständiger Verbrennung sowie flüchtige organische Verbindungen (VOC). Staub ist ein Hauptproblem, da er auf allen Verfahrensstufen in unterschiedlicher Art und Zusammensetzung entsteht. Staub entwickelt sich beim Schmelzen des Metalls, beim Sandformen, beim Gießen und beim Putzen. Jeder Staub kann Metall und Metalloxide enthalten.

Der Einsatz von Koks als Brennstoff oder die Beheizung der Tiegel und Öfen mit Gas- oder Ölbrennern kann zur Emission von Verbrennungsprodukten wie NO_x und SO_2 führen. Ferner begünstigen die Verwendung von Koks und Verunreinigungen (z. B. Öl, Farbe usw.) im Schrott die Bildung von unvollständigen Verbrennungsprodukten und Rekombinationsprodukten (wie PCDD/PCDF) und Staub.

Bei der Herstellung von Formen und Kernen werden verschiedene Additive eingesetzt, um den Sand zu binden. Beim Binden des Sandes und beim Gießen des Metalls entstehen Reaktions- und Abbauprodukte, u. a. anorganische und organische Verbindungen wie Amine und flüchtige organische Verbindungen. Die Entstehung von Abbauprodukten (vor allem von flüchtigen organischen Verbindungen) setzt sich auch während der Abkühlphase des Gussteils und bei der Entnahme aus der Form fort. Diese Produkte können zudem zu einer Geruchsbelästigung führen.

Beim Gießereiprozess sind Emissionen in die Luft in der Regel nicht auf eine oder mehrere Quellen beschränkt. Der Prozess umfasst verschiedene Emissionsquellen (beispielsweise das heiße Gussteil, den Sand, das heiße Metall). Wichtig für die Verringerung von Emissionen ist nicht nur die Behandlung der Abgase, sondern auch deren Absaugung.

Beim Sandformen werden große Mengen Sand benötigt, wobei das Gewichtsverhältnis Sand:Flüssigmetall im Allgemeinen bei 1:1 bis hin zu 20:1 liegt. Der Sand kann regeneriert, wieder verwendet oder entsorgt werden. Als weitere mineralische Rückstände fallen während des Schmelzens u. a. Schlacke und Krätze an, wobei Verunreinigungen aus der Schmelze entfernt werden. Sie können zurückgewonnen oder entsorgt werden.

Da in Gießereien thermische Verfahren Anwendung finden, stellen der energetische Wirkungsgrad und die Verwertung der erzeugten Wärme wichtige ökologische Aspekte dar. Aufgrund des umfangreichen Transports des Wärmeträgers (d. h. des Metalls) und seiner langsamen Abkühlung ist die Rückgewinnung der Wärme nicht immer einfach.

In Gießereien kann der Wasserverbrauch hoch sein, was vor allem an den Arbeitsgängen Abkühlen und Abschrecken liegt. In den meisten Gießereien besteht daher ein interner Wasserkreislauf, bei dem der größte Teil des Wassers verdampft. Das Wasser wird in erster Linie für die Kühlsysteme der Elektroöfen (Induktions- oder Lichtbogenöfen) bzw. der Kupolöfen benötigt. Meist bleibt jedoch nur eine geringe Menge Abwasser. Bei Nassentstaubungsverfahren muss dem anfallenden Abwasser besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Beim (Hoch-)Druckguss entsteht ein Abwasserstrom, aus dem die organischen Verbindungen (Phenol, Öl) vor der Entsorgung durch entsprechende Behandlung entfernt werden müssen.

Verbrauchs- und Emissionswerte

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Einsatzstoffe und die entstehenden Produkte im Gießereiprozess. Der Schritt „Gießen“ in der Mitte der Abbildung umfasst auch alle notwendigen Formvorgänge. Eingesetzt werden vor allem Metall, Energie, Bindemittel und Wasser. Als Emissionen entstehen hauptsächlich Staub, Amine und flüchtige organische Verbindungen und bei speziellen Ofentypen SO₂, Dioxine und NO_x.

Auf das Schmelzen entfallen 40 % bis 60 % der in Gießereien verbrauchten Energie, wobei der Energieverbrauch beim einzelnen Metall vom Typ des verwendeten Ofens abhängt. So werden für das Schmelzen von Eisenmetallen zwischen 500 kWh/t und 1 200 kWh/t metallischer Charge und bei Aluminium zwischen 400 kWh/t und 1 200 kWh/t metallischer Charge benötigt.

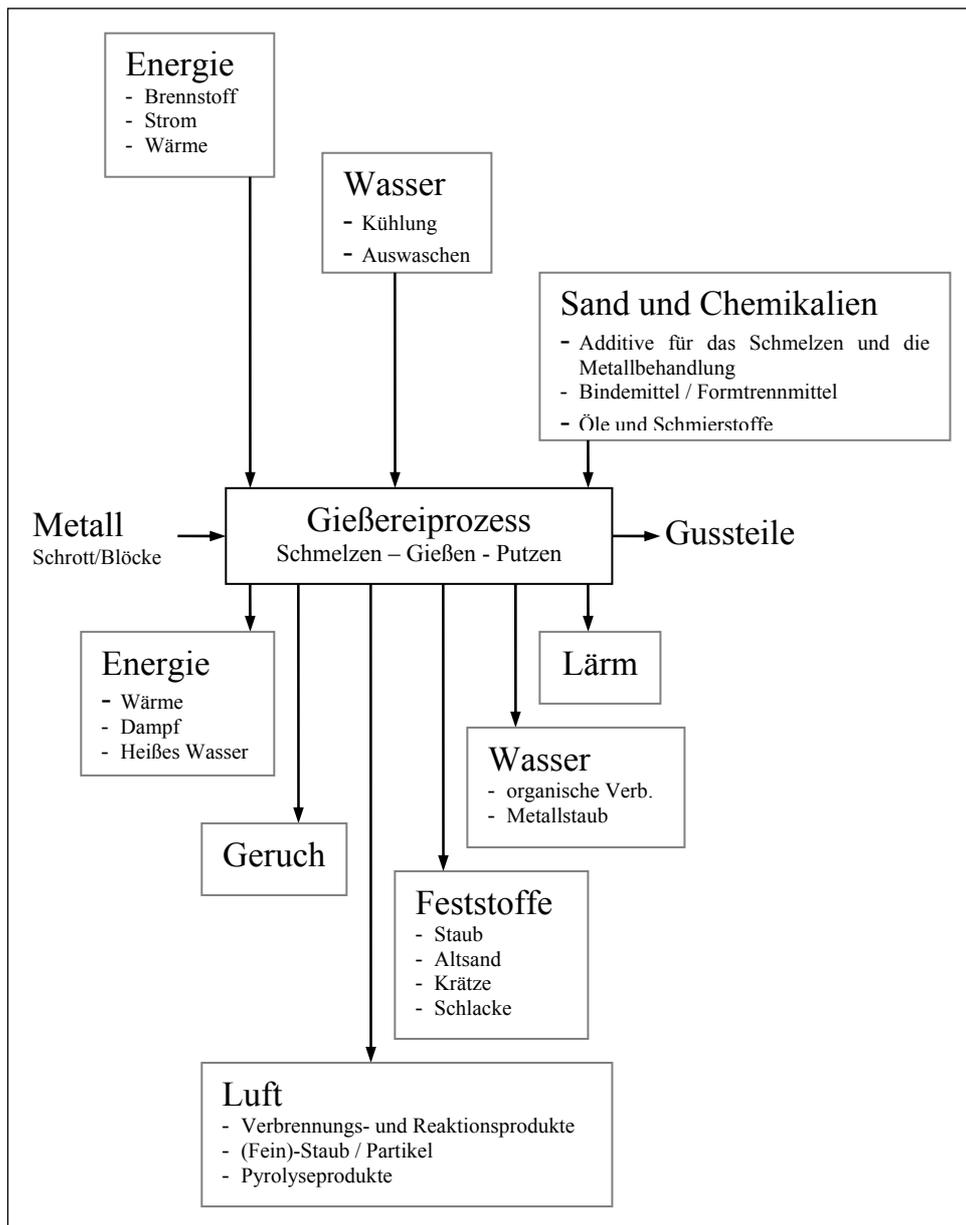
Die benötigten Mengen und Arten von Bindemitteln, Chemikalien und Sand hängen stark von der Art des herzustellenden Gussteils, insbesondere von seiner Größe und Form, sowie davon ab, ob es sich um Serienproduktion oder Chargenbetrieb handelt.

Der Wasserverbrauch richtet sich nach dem verwendeten Ofentyp, der angewandten Abgasreinigung und dem Gießverfahren.

Auf allen Verfahrensstufen fällt Staub an, wenngleich mit unterschiedlichem Gehalt an mineralischen Oxiden, Metallen und Metalloxiden. Die Staubmengen, die beim Schmelzen entstehen, liegen bei bestimmten Nichteisenmetallen unter der Nachweisgrenze und reichen bis zu mehr als 10 kg/t beim Schmelzen von Gusseisen im Kupolofen. Die großen Mengen Sand, die für das Gießen mit Einzelgießformen benötigt werden, führen in den verschiedenen Stufen des Formprozesses zu Staubemissionen.

Bei der am häufigsten verwendeten Methode zur Kernherstellung kommen Amine als Katalysator zum Einsatz. Daraus resultieren ein gefasster Abgasstrom aus den Kernschießmaschinen und diffuse Emissionen bei der Handhabung der Kerne.

Die Emission flüchtiger organischer Verbindungen (vor allem von Lösungsmitteln, BTEX und in geringerem Umfang auch von Phenol, Formaldehyd usw.) ist unter anderem auf die Verwendung von Harzen, organischen Lösungsmitteln oder Beschichtungen auf organischer Basis bei der Form- und Kernherstellung zurückzuführen. Beim Eingießen des Metalls werden die organischen Verbindungen durch Thermolyse zersetzt und dann während des Ausrüttelns und Abkühlens freigesetzt. In diesem Merkblatt wird von Emissionswerten zwischen 0,1 kg/t und 1,5 kg/t Gussteil ausgegangen.



Übersicht über den Massenstrom im Gießereiprozess

Techniken, die bei der Festlegung der BVT in Betracht zu ziehen sind

Zu den wichtigsten Grundsätzen der IVU-Richtlinie gehören die Emissionsminderung, der rationelle Einsatz von Rohstoffen und Energie, die optimale Nutzung der Prozesschemikalien, die Rückgewinnung und Verwertung von Abfallstoffen sowie die Substitution von Schadstoffen. In Gießereien richtet sich die Aufmerksamkeit vor allem auf die Emissionen in die Luft, den rationellen Einsatz von Rohstoffen und Energie sowie die Abfallverringerung unter Nutzung sämtlicher Möglichkeiten der Verwertung und Wiederverwendung.

Den oben genannten Fragen des Umweltschutzes wird durch eine Vielzahl verfahrens-integrierter und nachgeschalteter Maßnahmen Rechnung getragen. Über 100 Verfahren zur Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung werden in diesem Merkblatt unter den folgenden 12 thematischen Überschriften, die im Wesentlichen dem Fertigungsfluss entsprechen, behandelt:

1. *Rohstofflagerung und -umschlag*: Das Ziel bei der Materiallagerung und dem Materialumschlag besteht darin, die Verunreinigung von Boden und Wasser zu vermeiden und den internen Schrottkreislauf zu optimieren.
2. *Metallschmelzen und Behandlung des flüssigen Metalls*: Um den Ofenwirkungsgrad zu optimieren und weniger Rückstände entstehen zu lassen, können für den jeweiligen Ofentyp geeignete Verfahren angewandt werden, wobei es sich überwiegend um verfahrensintegrierte Maßnahmen handelt. Auch bei der Auswahl des Ofentyps können ökologische Erwägungen eine Rolle spielen. Besondere Aufmerksamkeit wird der Reinigung der Aluminiumschmelze und dem Schmelzen von Magnesium geschenkt, da die bis zuletzt verwendeten Einsatzstoffe ein hohes Umweltpotenzial aufweisen (HCE und SF₆).
3. *Form- und Kernherstellung einschließlich Sandaufbereitung*: Was die Bindemittel und die beim Kokillenguss eingesetzten Formtrennmittel anbelangt, so können zur Senkung ihres Verbrauchs Maßnahmen und Verfahren angewandt werden, die den besten praktischen Lösungen entsprechen. Zur Verringerung des Entstehens flüchtiger organischer Verbindungen und der Geruchsbelästigung bei Einzelgießformen können Beschichtungen auf Wasserbasis und anorganische Lösungsmittel eingesetzt werden. Während Beschichtungen auf Wasserbasis bereits üblich sind, ist die Verwendung anorganischer Lösungsmittel bei der Kernherstellung noch wenig verbreitet. Eine weitere Möglichkeit bieten alternative Formverfahren, die allerdings nur bei speziellen Anwendungen zum Tragen kommen.
4. *Metallguss*: Um die Effizienz des Gießprozesses zu verbessern, können Maßnahmen zur Erhöhung der Metallausbeute (d. h. zur Verbesserung des Masseverhältnisses zwischen dem geschmolzenen Metall und dem fertigen Gussteil) ins Auge gefasst werden.
5. *Absaugen von Dampf, Rauchgas und Abgas und deren Aufbereitung*: Für die Begrenzung der Emissionen in die Luft auf den einzelnen Stufen des Gießereiprozesses muss ein entsprechendes System installiert werden, mit dem die Emissionen aufgefangen und aufbereitet werden. Je nach Anlage und Art der emittierten Verbindungen, der Abgasmenge und dem Erfassungsaufwand kommen verschiedene Verfahren in Betracht. Die für das Absaugen der Abgase angewandten Methoden spielen bei der Verringerung diffuser Emissionen eine wichtige Rolle. Ferner können bei diffusen Emissionen bewährte Praktiken zur Anwendung kommen.
6. *Vermeidung und Behandlung von Abwasser*: Vielfach kann durch prozessintegrierte Maßnahmen der Anfall von Abwasser vermieden oder vermindert werden. Je nach Quelle innerhalb des Verfahrens enthält Abwasser, das sich nicht vermeiden lässt, mineralische oder metallische Rückstände, Amine, Sulfate, Öl oder Schmierstoffe. Für jede dieser Verbindungen sind unterschiedliche Behandlungsverfahren erforderlich.
7. *Effiziente Energienutzung*: Auf das Schmelzen des Metalls entfallen 40 %–60 % des Energieeinsatzes in einer Gießerei. Bei Maßnahmen zur Verbesserung der Energienutzung sollten daher sowohl das Schmelzen als auch sonstige Verfahren wie Luftkompression, Hochfahren der Anlage, hydraulische Vorgänge usw. berücksichtigt werden. Infolge der erforderlichen Abkühlung von Öfen und Abgasen entsteht ein Heißwasser- oder Heißluftstrom, dessen Wärme in der Anlage oder außerhalb genutzt werden kann.
8. *Sand: Regenerierung, Rückgewinnung, Wiederverwendung und Entsorgung*: Da Sand in Gießereien als inerter Rohstoff in großen Mengen zum Einsatz kommt, ist die Regenerierung oder Wiederverwendung des Sands ein wichtiger ökologischer Aspekt. Bei der Regenerierung des Sands kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz (Aufbereitung und Wiederverwendung in der Anlage als Formsand), deren Wahl von der Art des Bindemittels und der Zusammensetzung des Sandflusses abhängt. Kann der Sand nicht regeneriert werden, ist die externe Wiederverwendung eine Möglichkeit, um eine Entsorgung zu vermeiden. Die Verwendung in verschiedenen Bereichen wurde aufgezeigt.
9. *Staub und feste Rückstände: Aufbereitung und Wiederverwendung*: Um das Entstehen von Staub und festen Rückständen zu verringern, stehen prozessintegrierte Methoden und betriebliche Maßnahmen zur Verfügung. Die aufgefangenen Stäube, Schlacken und sonstigen festen Rückstände können in der Anlage sowie außerhalb wieder verwendet werden.
10. *Lärmbekämpfung*: Verschiedene Arbeitsgänge in der Gießerei sind Lärmpunktquellen. Befinden sich Gießereien in der Nähe von Wohnsiedlungen, führt dies zu einer Belästigung

der Bewohner. Daher sollte ein Plan zur Lärminderung, der sowohl allgemeine als auch speziell auf die Quelle ausgerichtete Maßnahmen enthält, aufgestellt und durchgeführt werden.

11. *Stilllegung*: Die IVU-Richtlinie schreibt vor, dass bei der Stilllegung einer Anlage auf die mögliche Umweltverschmutzung zu achten ist. Bei Gießereien droht besonders die Gefahr der Bodenverschmutzung. Es gibt eine Reihe allgemeiner Maßnahmen, die nicht nur für Gießereien geeignet sind und zur Vermeidung von Umweltverschmutzungen bei der Stilllegung herangezogen werden können.
12. *Umweltmanagement*: Umweltmanagementsysteme sind nützliche Instrumente, die bei der Vermeidung von Umweltverschmutzungen durch industrielle Tätigkeiten zum Einsatz kommen. Der Hinweis darauf ist daher selbstverständlicher Bestandteil jedes BREF-Merkblatts.

BVT für Gießereien

Das BVT-Kapitel (Kapitel 5) nennt solche Verfahren, bei denen es sich nach Ansicht der Technischen Arbeitsgruppe um BVT handelt, die generell für die Gießereiindustrie geeignet sind. Ausgangspunkt sind die in Kapitel 4 gegebenen Informationen, die Definition der „besten verfügbaren Techniken“ in Artikel 2 Nummer 11 und die nach Anhang IV der Richtlinie zu berücksichtigenden Gesichtspunkte. Im BVT-Kapitel werden keine Emissionsgrenzwerte festgelegt oder vorgeschlagen, vielmehr werden Emissionswerte oder -bereiche angegeben, die mit der Anwendung der BVT in Zusammenhang stehen.

Während des Informationsaustauschs in der Technischen Arbeitsgruppe wurden viele Fragen aufgeworfen und erörtert. Auf einige der behandelten Themen wird in dieser Zusammenfassung besonders eingegangen. In den nachstehenden Abschnitten folgt ein Überblick über die wichtigsten BVT-Schlussfolgerungen bezüglich der dringendsten ökologischen Fragen.

Die BVT-Elemente müssen an den jeweiligen Gießereityp angepasst werden. Eine Gießerei besteht in der Regel aus dem Schmelzbetrieb und der eigentlichen Gießerei, die jeweils über eigene Lieferketten verfügen. Beim Gießen mit Einzelgießform gehören zu dieser Lieferkette alle Tätigkeiten, die mit der Form- und Kernherstellung in Zusammenhang stehen. Im BVT-Kapitel wird zwischen dem Schmelzen von Eisen- und Nichteisenmetall und beim Gießen zwischen Einzelgieß- oder Dauerform unterschieden. Jede Gießerei kann als eine Kombination aus einer bestimmten Art des Schmelzens mit einer dazugehörigen Formklasse betrachtet werden. Für jede Klasse wird die BVT beschrieben. Auch die allgemeinen BVT, die für alle Gießereien gelten, werden behandelt.

Allgemeine BVT

Einige BVT-Elemente sind allgemeiner Natur und gelten für alle Gießereien, ungeachtet der angewandten Prozesse und der Art der von ihnen hergestellten Produkte. Der Materialfluss, die Nachbearbeitung der Gussteile, Lärmbelästigung, Abwasseranfall, Umweltmanagement und Anlagen-Stilllegung fallen in diese Kategorie.

Mithilfe der BVT sollen das Management und die Steuerung der internen Flüsse optimiert werden, um die Verschmutzung der Umwelt und die Verschlechterung ihres Zustands zu verhindern, für eine entsprechende Qualität der Einsatzgüter zu sorgen, die Rückgewinnung und Wiederverwendung der Stoffe zu gewährleisten und den Prozesswirkungsgrad zu verbessern. Das BREF-Merkblatt behandelt die im BREF „Emissionen aus der Lagerung gefährlicher Substanzen und staubender Güter“ erfassten Lager- und Umschlagtechniken wie die Lagerung von Schrott auf einer undurchlässigen Oberfläche mit Entwässerungs- und Sammelsystem (obwohl bei Lagerung auf einer überdachten Fläche die Notwendigkeit eines solchen Systems möglicherweise entfällt), die gesonderte Lagerung der eingehenden Materialien und der anfallenden Rückstände, die Verwendung wieder verwendbarer Container, die Optimierung der Metallausbeute sowie bewährte Lösungen für den Transport des Gießguts und die Beförderung der Pfannen.

BVT werden für Putztechniken angeführt, bei denen Staub anfällt, sowie für Wärmebehandlungsverfahren. Hinsichtlich Trennschleifen, Putzen mit metallischen Strahlmitteln und Entgraten besteht die BVT darin, die beim Putzen anfallenden Abgase in einem Nass- oder Trockensystem zu erfassen und zu behandeln. Bei der Wärmebehandlung besteht die BVT in der Verwendung sauberer Brennstoffe (d. h. Erdgas oder Brennstoff mit niedrigem Schwefelgehalt), dem automatischen Ofenbetrieb, der automatischen Brenner-/Heizelementsteuerung und im Auffangen und Absaugen der Abgase aus den Wärmebehandlungsöfen.

Zur Lärminderung entspricht es dem BVT-Stand, eine Lärminderungsstrategie zu entwickeln und anzuwenden, die allgemeine und quellenspezifische Maßnahmen, beispielsweise die Einhausung lärmintensiver Anlagen wie des Ausleerplatzes, sowie weitere, von den örtlichen Bedingungen abhängige Maßnahmen umfasst.

Zu den BVT für die Abwasserbehandlung gehören die Vermeidung des Abwasseranfalls, die Trennung nach Abwasserart, ein möglichst hoher Grad an innerbetrieblicher Rückgewinnung und eine angemessene Behandlung der anfallenden Abwasserströme. Zu den einzusetzenden Verfahren zählen Ölabscheidung, Filtration und Sedimentation.

Diffuse Emissionen stammen aus nicht eingeschlossenen Quellen (Transport, Lagerung, verspritzte Materialien) sowie aus eingeschlossenen Quellen, sofern die Absaugung nicht vollständig erfolgt. Die BVT bestehen in der Anwendung einer Kombination von Maßnahmen im Zusammenhang mit der Materialhandhabung und dem Materialumschlag sowie der Optimierung des Erfassens und der Reinigung von Abgasen mittels eines oder mehrerer Auffangverfahren. Dem Absaugen der Dämpfe in unmittelbarer Nähe der Quelle ist der Vorzug zu geben.

Die BVT besteht darin, ein Umweltmanagementsystem (UMS) einzurichten und zu benutzen, das bestimmte, den jeweiligen Umständen entsprechende Merkmale aufweist, beispielsweise in Bezug auf das Engagement der Betriebsleitung, die Planung, die Einleitung und Durchführung bestimmter Verfahrensweisen, die Kontrolle des erreichten Standes einschließlich Korrekturmaßnahmen und Überprüfungen.

BVT-Stand ist es, alles zu tun, um eine Umweltverschmutzung bei der Stilllegung zu verhindern. Dazu gehören die Risikominderung bereits in der Planungsphase, die Durchführung eines Modernisierungsprogramms für vorhandene Anlagen und die Erarbeitung und Anwendung eines Plans für die Schließung neuer oder vorhandener Anlagen. Bei diesen Maßnahmen werden zumindest die folgenden Verfahrensteile einbezogen: Tanks, Behälter, Rohrleitungen, Isolierung, Schlammteiche und Deponien.

Schmelzen von Eisenmetallen

Bei Kupolöfen umfassen die BVT Verfahren, die zu einem höheren Wirkungsgrad führen können, wie den Betrieb mit Sekundärluft, die Sauerstoffanreicherung, das kontinuierliche Blasen oder den Dauerbetrieb, bewährte, fachgerechte Schmelzverfahren sowie die Kontrolle der Koksqualität. BVT bestehen ferner im Erfassen, Abkühlen und Entstauben der Abgase und unter bestimmten Bedingungen in der Nachverbrennung und Wärmerückgewinnung. Zu den BVT gehören verschiedene Entstaubungsmethoden, wobei der Nassentstaubung der Vorzug zu geben ist, wenn das Schmelzen mit basischer Schlacke erfolgt. In einigen Fällen gehört die Nassentstaubung auch zu den Maßnahmen, mit denen sich Dioxin- und Furanemissionen verhindern oder verringern lassen. Die Branche bezweifelt die Möglichkeit, Sekundärmaßnahmen anzuwenden, die auf die Verringerung der Dioxin- und Furanemissionen gerichtet sind und sich bisher nur in anderen Sektoren bewährt haben, insbesondere deren Anwendbarkeit in kleineren Gießereien. Zu den BVT im Zusammenhang mit den Rückständen aus Kupolöfen gehören die Verringerung der Schlackenbildung, die Vorbehandlung der Schlacke, um deren externe Wiederverwendung zu ermöglichen, sowie die Sammlung von Koksgrus und dessen Rückführung in den Kreislauf.

Bei Lichtbogenöfen umfassen die BVT die Anwendung einer zuverlässigen und effizienten Prozesssteuerung zur Verkürzung der Schmelz- und Behandlungszeiten, das Schäumen der Schlacke, das wirksame Erfassen und Abkühlen der Ofenabgase und deren Entstaubung unter Verwendung eines Schlauchfilters. Dem BVT-Stand entspricht die Rückführung von Filterstaub in den Lichtbogenofen.

Bei Induktionsöfen gehört Folgendes zu den BVT: Schmelzen von sauberem Schrott, Anwendung bewährter Beschickungs- und Betriebsverfahren, die Untersuchung der Möglichkeit der Abhitzerückgewinnung sowie unter bestimmten Umständen der Einbau eines Wärmerückgewinnungssystems, Mittelfrequenzöfen und bei der Installation eines neuen Ofens die Umstellung der Netzfrequenzöfen auf Mittelfrequenz. Beim Erfassen und bei der Behandlung der Abgase von Induktionsöfen besteht die BVT darin, den Induktionsofen mit einem Deckel und einer Rand- oder Haubenabsauganlage zu bestücken, um die Ofenabgase aufzufangen und während eines Arbeitstaktes eine möglichst hohe Abgasmenge zu erfassen. Ferner bestehen die BVT darin, die Abgase einer Trockenreinigung zu unterziehen und die Staubemission auf unter 0,2 kg/t geschmolzenes Eisen zu reduzieren.

Beim Drehtrommelofen werden bei Anwendung der BVT verschiedene Techniken kombiniert, um die Ausbeute zu optimieren, außerdem wird ein Sauerstoffbrenner verwendet. Die BVT ermöglichen das Erfassen der Abgase unmittelbar am Ofenausgang, die Nutzung der Nachverbrennung, die Abkühlung unter Verwendung eines Wärmetauschers, gefolgt von der Trockenentstaubung. Um Dioxin- und Furanemissionen zu vermeiden bzw. zu verringern, ist die Kombination spezieller Maßnahmen vorgesehen. Ähnlich wie bei den Kupolöfen hat die Branche Zweifel an der Durchführbarkeit von Sekundärmaßnahmen, die auf die Verringerung der Dioxinemissionen abzielen und sich bisher nur in anderen Sektoren bewährt haben. Insbesondere ist sie gegenüber deren Anwendbarkeit in kleineren Gießereien skeptisch.

Die Metallbehandlung hängt von der Art des hergestellten Erzeugnisses ab. Dem BVT-Stand entspricht es, das Abgas von AOD-Konvertern durch eine Dachhaube und das beim Kugelgraphitguss entstehende Abgas zu erfassen und zu behandeln. Bei den BVT wird überdies der MgO-Staub zurückgeführt.

Schmelzen von Nichteisenmetallen

Im Falle von Induktionsöfen zum Schmelzen von Aluminium, Kupfer, Blei und Zink ist es BVT-Stand, in der Praxis bewährte Beschickungs- und Betriebsmethoden anzuwenden, die Möglichkeit der Abhitzerückgewinnung zu prüfen und unter bestimmten Umständen ein Wärmerückgewinnungssystem einzubauen, die Öfen mit Mittelfrequenz zu betreiben und bei der Installation neuer Öfen von Netz- auf Mittelfrequenz umzustellen. Was das Auffangen der Abgase von Induktionsöfen betrifft, besteht die BVT darin, die Emissionen zu verringern und erforderlichenfalls das Abgas zu sammeln, während des Arbeitstaktes eine möglichst hohe Abgasmenge zu erfassen und die Abgase einer Trockenreinigung zu unterziehen.

Bei den anderen Ofentypen liegt der BVT-Schwerpunkt auf dem wirksamen Erfassen der Ofenabgase bzw. der Verringerung diffuser Emissionen.

Bei der Metallbehandlung der Nichteisengussteile entspricht es dem BVT-Stand, im Falle der Aluminiumherstellung Gebläsesysteme für die Entgasung und Reinigung zu verwenden. BVT ist es, SO₂ als Abdeckmittel beim Schmelzen von Magnesium in Anlagen mit einem jährlichen Ausstoß von 500 t und mehr einzusetzen. In kleineren Anlagen (<500 t/Jahr Magnesiumteile) sehen die BVT den Einsatz von SO₂ oder die Verringerung der Verwendung von SF₆ vor. Wird SF₆ eingesetzt, so sollte der Verbrauch laut BVT <0,9 kg/t Gussteile beim Sandguss und <1,5 kg/t Gussteile beim Druckguss betragen.

Gießen mit Einzelgießform

Das Gießen mit verloraener Form (Einzelgießform) umfasst die Vorgänge Formen, Kernherstellung, Gießen, Abkühlen und Ausrütteln. Ferner gehört dazu die Herstellung von Formen aus Grünsand oder chemisch gebundenem Sand sowie von chemisch gebundenen

Sandkernen. BVT-Elemente werden in drei Kategorien vorgestellt: Nassgussformen, Abformen in chemisch gebundenem Sand und Gießen/Abkühlen/Ausrütteln.

Was die Grünsandaufbereitung betrifft, so geht es bei den BVT um die Absaugung und Reinigung der Abluft sowie die interne oder externe Verwertung des abgesaugten Staubs. Entsprechend dem Ziel, die Menge des zu entsorgenden Abfalls zu verringern, sehen die BVT eine primäre Regenerierung des Grünsandes vor. Bei Anwendung der BVT ergeben sich Regenerierungsraten von 98 % (Monosand) bzw. 90 %-94 % (Grünsand mit inkompatiblen Kernen).

Bei chemisch gebundenem Sand beziehen sich die vorgeschlagenen BVT auf eine Vielzahl von Verfahren und betreffen ein breites Spektrum von Umweltschutzfragen. Dem BVT-Stand entspricht es, den Bindemittel- und Harzverbrauch sowie die Sandverluste zu verringern, die diffuse Emission flüchtiger organischer Verbindungen durch Absaugen des Abgases bei der Kernherstellung und dem Kerntransport zu verringern und Beschichtungen auf Wasserbasis zu verwenden. Die Verwendung von Beschichtungen auf Alkoholbasis stellt bei einer begrenzten Zahl von Anwendungen, bei denen Beschichtungen auf Wasserbasis nicht nutzbar sind, die BVT dar. In diesem Falle sollte die Abluft möglichst an der Beschichtungsanlage abgesaugt werden. Um die Emission von Aminen zu verringern und ihre Rückgewinnung zu verbessern, sieht eine spezielle BVT die Herstellung von durch Amine unter Verwendung von Urethan-Bindemitteln ausgehärteten Kernen (Cold-Box-Verfahren) vor. Bei diesen Verfahren entsprechen sowohl aromatische als auch nichtaromatische Lösungsmittel dem BVT-Stand. BVT ist es, die zu entsorgende Sandmenge zu verringern, indem in erster Linie eine Strategie verfolgt wird, die auf die Regenerierung und/oder Wiederverwendung des chemisch gebundenen Sandes (in Form von gemischtem Sand oder Monosand) abzielt. Die BVT-Bedingungen für die Regenerierung sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt. Regenerierter Sand wird lediglich in dafür geeigneten Kernsandssystemen wieder verwendet.

| Sandart | Verfahren | Regenerierungsanteil ¹ (in %) |
|--|--|---|
| Kalt aushärtender Monosand | Einfache mechanische Regenerierung | 75 – 80 |
| Silikat-Monosand | Erhitzen und pneumatische Behandlung | 45 – 85 |
| Monosand beim Cold-Box-, SO ₂ -, Hot-Box-, Croning-Verfahren, gemischter Sand mit Organikanteil | Kalte mechanische oder thermische Regenerierung | in Kernen: 40 – 100 in Formen: 90 – 100 |
| Mischung aus Grünsand und Sand mit Organikanteil | Mechanisch-thermisch-mechanische Behandlung, Schleifen oder pneumatisches Abreiben | in Kernen: 40 – 100 in Formen: 90 – 100 |
| (1) Masse des regenerierten Sandes/Gesamtmasse des verwendeten Sandes | | |

BVT für die Regenerierung von chemisch gebundenem Sand (gemischter Sand und Monosand)

Es wird davon ausgegangen, dass alternative Formverfahren und anorganische Bindemittel gute Aussichten bieten, die Umweltbelastung durch Form- und Gießprozesse erheblich zu verringern.

Beim Gießen, Abkühlen und Ausrütteln gelangen Staub, flüchtige organische Verbindungen und andere organische Produkte in die Luft. Dem BVT-Stand entsprechen die Einhausung der Gieß- und Kühlstrecken und die Absaugung der Abgase bei seriellen Gießstrecken, außerdem die Einhausung der Ausleereinrichtung und die Behandlung der Abgase durch Nass- oder Trockenentstaubung.

Gießen mit Dauerform

Da es sich um einen andersartigen Prozess handelt, stehen beim Gießen mit Dauerform andere Umweltbelange im Vordergrund als bei den Verfahren mit Einzelgießform. Wasser spielt hier eine größere Rolle. Emissionen in die Luft erfolgen in Form eines Ölnebels und weniger als Staub und Verbrennungsprodukte. Daher setzt man bei den BVT in diesem Fall auf Vorbeugungsmaßnahmen, wozu auch die Verringerung des Verbrauchs von Wasser und Formtrennmitteln gehört. Bei Anwendung der BVT wird das Ablauf- und Sickerwasser mit Hilfe von Ölabscheidern und Destillation, Vakuumverdampfung oder biologischem Abbau aufgefangen und behandelt. Ist es einer Gießerei nicht möglich, durch geeignete Maßnahmen zur Verhinderung der Ölnebelbildung die entsprechenden BVT-Emissionswerte zu erreichen, so entspricht es dem BVT-Stand, Abzugshauben zu verwenden und die Abgase von HPDC-Anlagen elektrostatisch abzuscheiden.

Die BVT für die Aufbereitung chemisch gebundenen Sands entsprechen den Verfahren beim Gießen mit Einzelgießform. Gemäß BVT für die Aufarbeitung von Altsand wird die Kernausstößvorrichtung eingehaust und das Abgas mithilfe der Nass- oder Trockenentstaubung behandelt. Gibt es einen örtlichen Absatzmarkt, so ist es BVT-Stand, den Sand aus der Kernausstößvorrichtung zur Wiederverwendung bereitzustellen.

BVT-Emissionswerte

In Verbindung mit den oben angegebenen BVT-Maßnahmen gelten die folgenden Emissionswerte:

| Tätigkeit | Art | Parameter | Emissionswert (mg/Nm ³) |
|---|----------------------------------|---|--|
| Putzen der Gussteile | | Staub | 5 – 20 |
| Schmelzen von Eisenmetallen | Allgemein | Staub ⁽¹⁾ PCDD/PCDF | 5 – 20 ≤ 0,1 ng TEQ/Nm ³ |
| | Heißwindkupolofen | CO SO ₂ NO _x | 20 – 1000 20 – 100 10 – 200 |
| | Kaltwindkupolofen | SO ₂ NO _x NM – VOC | 100 – 400 20 – 70 10 – 20 |
| | Koksloser Kupolofen | NO _x | 160 – 400 |
| | Lichtbogenofen | NO _x CO | 10 – 50 200 |
| | Trommelofen | SO ₂ NO _x CO | 70 – 130 50 – 250 20 – 30 |
| | Schmelzen von Nichteisenmetallen | Allgemein | Staub |
| Schmelzen von Aluminium | | Chlor | 3 |
| Schachtofen für Al | | SO ₂ NO _x CO VOC | 30 – 50 120 150 100 – 150 |
| Herdofen für Al | | SO ₂ NO _x CO TOC | 15 50 5 5 |
| Abformen und Gießen mit Einzelgießformen | Allgemein | Staub | 5 – 20 |
| | Kernmacherei | Amin | 5 |
| | Aufbreitungsanlagen | SO ₂ NO _x | 120 150 |
| Gießen mit Dauerformen | Allgemein | Staub Ölnebel, gemessen als Gesamt-C | 5 - 20 5 - 10 |
| (1) Der Emissionswert des Staubs hängt von den Staubkomponenten wie Schwermetalle, Dioxine und dem entsprechenden Massenstrom ab. | | | |

Emissionen in die Luft bei Anwendung der BVT für die verschiedenen Gießereitätigkeiten

Alle Emissionswerte sind als Durchschnittswert in einem praktikablen Messzeitraum angegeben. Sofern eine kontinuierliche Messung möglich ist, wird der durchschnittliche Tageswert verwendet. Emissionen in die Luft basieren auf Standardbedingungen, d. h. 273 K, 101,3 kPa und trockenem Gas.

Zwar wird in den BVT-Merkblättern keine rechtlich verbindliche Norm festgelegt, doch sollen sie der Industrie, den Mitgliedstaaten und der Öffentlichkeit Hinweise auf die Emissions- und Verbrauchswerte geben, die sich mit den angegebenen Verfahren erreichen lassen. Im Einzelfall sind die Grenzwerte unter Berücksichtigung der Zielvorgaben der IVU-Richtlinie und der örtlichen Bedingungen festzulegen.

Techniken in der Entwicklung

Einige neue Techniken zur Verminderung der Gefahren für die Umwelt, die sich gegenwärtig noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium befinden oder derzeit auf den Markt gebracht

werden, sind als „Techniken in der Entwicklung“ anzusehen. In Kapitel 6 werden fünf dieser Techniken besprochen, und zwar die Verwendung schwer brennbarer Materialien beim Schmelzen in Kupolöfen, das Recycling von metallhaltigem Filterstaub, die Rückgewinnung von Aminen durch Abgaspermeation, das separate Aufsprühen von Formtrennmitteln und Wasser beim Aluminiumdruckguss sowie die Nutzung anorganischer Bindemittel bei der Kernherstellung. Das zuletzt genannte Verfahren wurde von der Technischen Arbeitsgruppe als besonders viel versprechend hervorgehoben, obwohl der begrenzte Umfang der bislang durchgeführten Tests und der Anwendung dieses Verfahrens es noch nicht gestatten, es als eine Technologie aufzunehmen, die bei der Wahl der BVT zu berücksichtigen wäre.

Abschließende Bemerkungen zum Informationsaustausch

Informationsaustausch

Das BREF-Merkblatt basiert auf über 250 Informationsquellen. Einen wesentlichen Anteil an diesen Informationen haben Forschungsinstitute für Gießereiwesen, die auch beim Informationsaustausch eine aktive Rolle gespielt haben. Lokale BAT-Leitfäden aus verschiedenen Mitgliedstaaten sorgten für eine solide Grundlage des Informationsaustauschs. Die Mehrzahl der im Rahmen dieses Informationsaustauschs zur Verfügung gestellten Schriftstücke befasste sich mit den in Eisengießereien angewandten Prozessen und Techniken. Bei der Erarbeitung des BREF waren die Prozesse in Nichteisengießereien unterrepräsentiert. Das zeigt sich auch daran, dass die Schlussfolgerungen bezüglich BVT in Nichteisengießereien weniger ausführlich sind.

Erreichte Übereinstimmung

Hinsichtlich der Schlussfolgerungen herrschte weitgehend Übereinstimmung, Meinungsunterschiede wurden nicht festgestellt. Die Vertreter der Branche äußerten Zweifel an der Möglichkeit, Sekundärmaßnahmen für die Dioxinbeseitigung ohne größere Schwierigkeiten durchzuführen.

Empfehlungen für die künftige Arbeit

Der Informationsaustausch und sein Ergebnis, d. h. dieses Merkblatt, sind ein wichtiger Schritt in Richtung auf eine integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung durch die Gießereiindustrie. Bei der künftigen Arbeit könnte der eingeschlagene Weg fortgesetzt werden, indem die Erfassung und Prüfung von Informationen, die während dieses Informationsaustauschs nicht vorlagen, in den Mittelpunkt gerückt werden. In Zukunft sollten vor allem folgende Themen ausführlicher behandelt werden:

- *Verfahren zur Verminderung der Emission flüchtiger organischer Verbindungen:* Benötigt werden Angaben und Informationen über die angewandten Methoden zum effizienten Erfassen und zur Behandlung von flüchtige organische Verbindungen enthaltenden Abgasen von Gießereien. Die Verwendung alternativer Bindemittel und Beschichtungsmaterialien kann sich in dieser Hinsicht als wichtige Vorsorgemaßnahme erweisen.
- *Abwasserbehandlung:* Benötigt werden Angaben über ein breites Spektrum von Wasserbehandlungssystemen in Gießereien; anzugeben sind auch die Emissionswerte im Verhältnis zur Eingabe sowie die angewandten Abwasserbehandlungsverfahren.
- *Schmelzen von Nichteisenmetallen:* Emissionswerte für Nichteisengießereien werden in diesem Merkblatt lediglich für einige spezielle Anlagen angegeben. Benötigt werden umfassendere Informationen über diffuse und nicht diffuse Emissionen, die beim Schmelzen von Nichteisenmetallen in Gießereien entstehen. Die Informationen sollten auf den Erfahrungen der betrieblichen Praxis beruhen und in Form von Emissionswerten und Massenströmen dargestellt werden.
- *Angaben zur Wirtschaftlichkeit der BVT:* Zu vielen der in Kapitel 4 vorgestellten Verfahren fehlen Angaben über die Wirtschaftlichkeit. Diese Informationen müssen aus Projekten gewonnen werden, deren Gegenstand die Anwendung der vorgestellten Verfahren ist.

Empfohlene Themen für FuE-Projekte

Der Informationsaustausch hat auch einige Bereiche ins Blickfeld gerückt, in denen zusätzliche Kenntnisse aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten gewonnen werden können, z. B. folgende:

- *Dioxinüberwachung und -beseitigung:* Wichtig ist ein besseres Verständnis des Einflusses von Verfahrensparametern auf die Entstehung von Dioxinen. Dazu ist die Überwachung der Dioxinmissionen bei verschiedenen Anlagen und unter unterschiedlichen Bedingungen erforderlich. Zudem müssen die Anwendung und Wirksamkeit von Sekundärmaßnahmen für die Senkung der Dioxinmission in der Gießereiindustrie erforscht werden.
- *Quecksilberemissionen:* Die hohe Flüchtigkeit von Quecksilber kann zu gasförmigen Emissionen führen, die nichts mit Staub zu tun haben. Im Hinblick auf die Verfolgung einer europäischen Quecksilberemissionspolitik sind die Emissionen von Quecksilber bei Schmelzprozessen im Allgemeinen und bei (Nichteisen-)Gießereien im Besonderen zu untersuchen.
- *Sauerstoff-Gas-Brenner und deren Einsatz in Kupolöfen:* Die Technische Arbeitsgruppe berichtete über neue Anwendungen als Folge laufender Forschungsarbeiten. Hier sind weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich, um dieses Verfahren auf einen Stand zu bringen, der eine weitere Verbreitung zulässt.
- *Substitution von SF₆ als Schutzgas in der Magnesiumschmelze.* Es wurden alternative Schutzgase zum Ersatz von SF₆, wie z.B. HFC-134a und Novec612, entwickelt und erfolgreich erprobt. Sie wurden jedoch bisher nicht im industriellen Maßstab eingesetzt. Diese Gase können eine Alternative für das Ersatzprodukt SO₂ darstellen. Es besteht Forschungs- und Demonstrationsbedarf an Projekten, die die Kenntnis zu den Schutzeigenschaften dieser Verbindungen, ihrem Zerfall und ihren Emissionen, erweitern. Dies würde die Möglichkeiten ihrer Anwendung klarer aufzeigen und den industriellen Einsatz unterstützen.

Die Europäische Kommission initiiert und fördert im Rahmen ihre FuE-Programme zahlreiche Projekte, die sich mit sauberen Technologien, neuen Techniken in der Abwasserbehandlung und im Abwasserrecycling sowie Managementstrategien befassen. Diese Projekte könnten möglicherweise einen nützlichen Beitrag zu künftigen Überprüfungen des vorliegenden Dokuments leisten. Die Leser werden daher gebeten, das EIPPCB über Forschungsergebnisse zu informieren, die für den Umfang dieses Dokuments von Belang sind (siehe auch Vorwort).